



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL

BELCHIOR OLIVEIRA TRIGUEIRO DA SILVA

ATRIBUTOS QUÍMICOS E DISPONIBILIDADE DE
NUTRIENTES EM LATOSSOLO SOB DIFERENTES
COBERTURAS

AREIA- PB

2018

BELCHIOR OLIVEIRA TRIGUEIRO DA SILVA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, Centro de
Ciências Agrárias, Campus II – Areia – PB,
como parte das exigências para obtenção do
título de **Engenheiro Agrônomo**

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
Orientador

AREIA – PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Belchior Oliveira Trigueiro da.
ATRIBUTOS QUÍMICOS E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS / Belchior Oliveira
Trigueiro da Silva. - João Pessoa, 2018.
40 f.

Orientação: Bruno de Oliveira Dias.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Caracterização química; Qualidade do solo; Prática.
I. Dias, Bruno de Oliveira. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA


BELCHIOR OLIVEIRA TRIGUEIRO DA SILVA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM
LATOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, Centro de
Ciências Agrárias, Campus II – Areia – PB,
como parte das exigências para obtenção do
título de **Engenheiro Agrônomo**

Apresentado e aprovado em 05 de dezembro de 2018


BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
(DSER/CCA - UFPB)

ORIENTADOR


Doutoranda Kalline de Almeida Alves Carneiro
(PPGCS/CCA - UFPB)

EXAMINADOR


Doutorando Rodolpho José de Almeida

Nascimento

(PPGCS/CCA - UFPB)

EXAMINADOR

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **João Trigueiro da Silva** e **Maria do Carmo Oliveira**, por todo o amor que depositaram em mim, por todo apoio e tempo de dedicação para comigo em tudo que precisei, **amo vocês imensamente.***

*Aos meus irmãos, **Baltazar**, **Júlio César**, **Helene**, **Sirley** e **Junior** pelo carinho e amor de sempre, e por aturarem todos esses anos de estudo meus desabafos. Meu amor por vocês é incalculável, dedico!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todo cuidado e infinito amor por minha vida, por me abençoar mais do que mereço, por cada acontecimento permitido na minha vida sendo essencial para que eu chegasse até aqui e por ser O Primeiro e Ultimo na minha vida sempre.

Ao meu pai, o melhor de todos, por ser o meu guerreiro batalhador que não mede esforços para me ajudar no que preciso e me incentiva a ter coragem para batalhar pelos meus sonhos.

À minha mãe, por ser amorosa, defensora e cuidadosa de um filho que luta pelos seus sonhos, por ser a melhor mãe que alguém pode ter, por estar sempre ao meu lado me apoiando nas decisões que escolho fazer.

Ao professor Bruno Dias, melhor orientador, pela orientação, conselhos, ensinamentos, incentivos, oportunidades e confiança que depositou em mim, além de toda paciência por cada questionamento que fazia e faço.

A cada professor do CCA-UFPB que de alguma forma permitiram-me a ampliação de conhecimentos. Em especial as Professoras Sirlene Alves que foi uma pessoa que muito me ajudou a entender as dificuldades da vida e superá-las e Vânia Fraga que me mostrou o lado brilhante da química e fertilidade dos solos.

Aos poucos amigos que fiz e que me ajudaram (Tales Emanuel, Nabor Galvão e José Otávio) nessa conquista, muito obrigado! Vocês serão sempre lembrados por mim!

Aos colegas da turma 2014.1 que conheci e aprendi conviver respeitando o espaço de cada um, obrigado!

Agradeço a toda equipe do Laboratório de Matéria Orgânica do Solo, pela ajuda e em especial a Kalline Alves que foi sem dúvida essencial para meu desenvolvimento dentro do laboratório e na vida acadêmica, agradeço!

Aos meus amigos mais próximos Jullieny (cunhada), Anderson (Dinho), Cleidson (Keko), Camilla (Milla), Fagner (Faguinho), Flávio, Ewerson (Pixó), Marcos Vinícius (Fofo) e Rilson, por poder contar sempre com vocês, pela amizade, por toda a ajuda, companhia e por acreditarem na minha capacidade, obrigado!

Aos demais amigos que a vida me deu, grato.

A Rodolfo pelo apoio técnico no LabMOS, obrigado.

A Roxanne Santos por acreditar em mim e por me ajudar a entender o lado bom das coisas, obrigado!

A cada familiar meu que me ajudou a conquistar este sonho, vocês são os melhores. Agradeço, família OLIVEIRA e TRIGUEIRO. Em especial: Tios Trigueiro, Toinho, Cordeiro, Paulo, João, Manuel, Beu, Raminho, Luciano e Samuel. Tias Bete, Leninha, Ozana, Vera e Têca. Primos: Geysa, Vanusa, Vanessa, Manu, Élida, Juliana, Nayara, Nayane, Nayellen, Zeza, Isaque, Ronaldo, Girlayne, Davi, Ciro, Clarabelle, Clarissa, Sherlayne; Cristina, Elda, Menininha, Melânia e Paizinha, obrigado!

Aos meus avós José Demétrio (Déda), Bernadina (Dina), Joana (in memoriam) e Ciro (in memoriam) pelo amor de sempre, obrigado!

Aos meus sobrinhos Melissa, Caio e Leon, obrigado.

Por último e não menos importante à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, pela acolhida e oportunidades oferecidas, muito obrigado!!!

*Filho meu, não te esqueças dos meus ensinamentos, e o teu coração guarde os meus mandamentos;
porque eles aumentarão os teus dias e te acrescentarão anos de vida e paz.*

Provérbios 3; 1-2

RESUMO

BELCHIOR OLIVEIRA TRIGUEIRO DA SILVA. ATRIBUTOS QUÍMICOS E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM LATOSSOLOS SOB DIFERENTES COBERTURAS. AREIA-PB, CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, UFPB, DEZEMBRO DE 2018. 40p. il. MONOGRAFIA CURSO DE AGRONOMIA. ORIENTADOR: BRUNO DE OLIVEIRA DIAS.

O bioma Caatinga tem uma extensão de terras significativa na região Nordeste apresentando uma diversidade vegetal característica e marcante, porém vem sofrendo com ações climáticas e antrópicas afetando diretamente na qualidade química, física e biológica do solo e em alguns casos, causando a desertificação da área. O solo é um fornecedor de nutrientes e água para todas as culturas e biota existente, porém o mau uso do mesmo está causando problemas sérios na produção e nutrição das culturas empregadas, além de prejudicar a macro, meso e microbiota existente no solo, ou seja, a fertilidade do solo. A implantação de outras culturas em áreas com cobertura de vegetação nativa, podem prejudicar a qualidade do solo diminuindo o teor de nutrientes e indisponibilizando-os na solução do solo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição da vegetação nativa por pastagem e agricultura na disponibilidade de nutrientes em um Latossolo Amarelo distrófico no bioma Caatinga localizado no Piauí. As amostras de solos foram coletadas em triplicatas nas profundidades de até 1,00 m, porém as análises químicas como pH, Al, N, P, K, Na, Ca, Mg foram analisadas nas profundidades de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, posteriormente foram calculados a Soma de Bases (SB), CTC efetiva (t), CTC a pH=7 (T), Saturação por Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%) e analisadas pelo teste de médias do Tukey a 5% de probabilidade em todos as análises químicas avaliadas. Os resultados apresentaram teores de Nitrogênio entre 0,43 g Kg⁻¹ (menor valor) em pastagem e 0,82 g Kg⁻¹ (maior valor) em mata nativa; para Fósforo o maior valor foi de 7,07 mg dm⁻³ em pastagem e o menor valor foi de 0,20 mg dm⁻³ em mata nativa e para Potássio o maior e o menor valor foi para a pastagem com 27,55 mg dm⁻³ e 9,74 mg dm⁻³ em diferentes profundidades. Contudo, a substituição da mata nativa pela implantação de culturas afetaram a acidez com o pH de 4,2 e uma CTC de 3,69 cmol_c dm⁻³, logo o solo necessita de práticas mais conservacionistas que aumente a fertilidade do solo.

Palavras chave: Caracterização química; Qualidade do solo; Práticas conservacionista

ABSTRACT

BELCHIOR OLIVEIRA TRIGUEIRO DA SILVA. **CHEMICAL ATTRIBUTES AND AVAILABILITY OF NUTRIENTS IN LATOSOLS UNDER DIFFERENT COVERINGS.** SAND-PB, CENTER OF AGRICULTURAL SCIENCES, UFPB, DECEMBER 2018. 40p. yl. MONOGRAPHY COURSE OF AGRONOMY. ORIENTER: BRUNO DE OLIVEIRA DIAS.

The Caatinga biome has a significant land extension in the Northeast region presenting a characteristic and remarkable vegetal diversity, but it has been suffering with climatic and anthropic actions affecting directly on the chemical, physical and biological quality of the soil and in some cases, causing the desertification of the area. The soil is a supplier of nutrients and water for all crops and existing biota, but its misuse is causing serious problems in the production and nutrition of the crops used, as well as impairing the macro, meso and microbiota in the soil, that is, soil fertility. The implantation of other crops in areas with native vegetation cover can affect the quality of the soil by reducing the nutrients content and making them unfeasible in the soil solution. In this way, the objective of this work was to evaluate the effects of native vegetation replacement by pasture and agriculture on nutrient availability in a dystrophic Yellow Latosol in the Caatinga biome located in Piauí. Soil samples were collected in triplicates at depths of up to 1.00 m, but the chemical analyzes as pH, Al, N, P, K, Na, Ca, Mg were analyzed at depths of 0.00-0.10 m (T), CTC at pH = 7 (T), Base Saturation (V%), Aluminum Saturation (m%), and analyzed by the Tukey averages test at 5% probability in all chemical analyzes evaluated. The results presented Nitrogen contents between 0.43 g Kg⁻¹ (lower value) in pasture and 0.82 g Kg⁻¹ (highest value) in native forest; for Phosphorus the highest value was 7.07 mg dm⁻³ in pasture and the lowest value was 0.20 mg dm⁻³ in native forest and for Potassium the largest and lowest value was for pasture with 27.55 mg dm⁻³ and 9.74 mg dm⁻³ at different depths. However, the replacement of the native forest by the implantation of crops affected the acidity with the pH of 4.2 and a CEC of 3.69 cmol_c dm⁻³, so the soil needs more conservation practices that increase the fertility of the soil.

Keywords: Chemical characterization; Soil quality; Conservation Practices

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de coleta de solo sob bioma Caatinga: (A) Caatinga preservada; (B) Pastagem; (C) Agricultura	20
Figura 2. Trincheira para coleta de amostras de solo. (A) gabarito para marcação da trincheira. (B) trincheira de 0,7 x 0,7 x 1,00 m. (C) detalhe da estratificação do perfil do solo em camadas para coleta de amostras de solo	21
Figura 3. Valores médios de pH nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	24
Figura 4. Valores médios de fósforo nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	26
Figura 5. Valores médios de Potássio nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	27
Figura 6. Valores médios de cálcio + magnésio nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	28
Figura 7. Valores médios de acidez potencial nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	30
Figura 8. Valores médios de alumínio trocável nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	31
Figura 9. Valores médios de nitrogênio total nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Histórico e descrição das áreas experimentais em Latossolo Amarelo distrófico na Caatinga piauiense **20**

Tabela 2. Caracterização química de Latossolos coletados na área do bioma Caatinga sob diferentes formas de cobertura **23**

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. Caracterização do bioma Caatinga.....	16
3.2. Manejos na Caatinga.....	17
3.3. Mudança do uso do solo e Fertilidade dos solos	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Localização da área.....	19
4.2. Descrição da área em estudo.....	20
4.3. Amostragem do solo	20
4.4. Preparo e Análises físico-químicas.....	21
4.4.1. Análises químicas	22
4.6. Análise Estatística.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÕES.....	35
7. REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A substituição da mata nativa do bioma Caatinga por pastagem, atividades agrícolas associadas ao manejo inadequado, têm resultado em reduções na quantidade de matéria orgânica e consequentemente, na fertilidade dos solos, o que promove decréscimos na produtividade agrícola e na sustentabilidade dos sistemas produtivos. A retirada da vegetação natural para o uso na agricultura favorece em alterações nas propriedades biológicas, químicas e físicas, de acordo com o clima, tipo de cultura e das práticas culturais adotadas (MARCHIORI JÚNIOR e MELO, 2000).

Os solos do semiárido, geralmente, têm baixa fertilidade natural e, esta situação se agrava com o desmatamento da vegetação para estabelecimento de sistemas agropecuários e/ou comercialização da madeira (LIRA, 2012). Já em relação ao bioma Caatinga a exposição do solo (por corte, queima ou pastoreio), promove a formação de uma crosta superficial decorrente do impacto direto das gotas de chuva, aumentando o escoamento, reduzindo a infiltração da água e a possibilidade de estabelecimento de cobertura vegetal (GALINDO et al., 2008), alterando ainda mais a baixa fertilidade natural que geralmente existe nos solos do semiárido (LIRA, 2012).

A maioria dos sistemas de cultivos utilizados representa grande ameaça à manutenção da qualidade do solo (atributos químicos e físicos), por propiciar, principalmente, a exposição do solo, aumento do processo erosivo, perda de nutrientes, retardamento na regeneração da vegetação nativa e diminuição do potencial do solo em estocar carbono (MENEZES et al., 2002). A diminuição da matéria orgânica do solo, nesse caso, torna-se problema pois haverá diminuição da capacidade de troca catiônica (CTC), além disso a diversidade das condições edafoclimáticas da região é outro problema encontrado, como por exemplo, altas temperaturas, que prejudicam o acúmulo de matéria orgânica por falta de biomassa vegetal fazendo com que a atividade microbiana aumente com maior intensidade e decompondo os resíduos orgânicos.

Os múltiplos usos das terras no nordeste brasileiro estão associados a uma elevada variabilidade edafoclimática e, consequentemente, biótica (SALCEDO, 2004; SAMPAIO e MENEZES, 2002). Na maioria dos casos o crescimento vegetal depende da mineralização da matéria orgânica do solo, fornecendo nitrogênio (N) (exceto leguminosas fixadoras de N) e também de parte de P e S (TIESSEN et al., 2001), e da disponibilidade de água. A matéria orgânica do solo é fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção

de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994), portanto, a dependência da matéria orgânica do solo (MOS) é exclusiva nas propriedades agrícolas para que haja condições favoráveis para o desenvolvimento das espécies vegetais.

A vegetação nativa desempenha diversos serviços ecossistêmicos e são importantes para a manutenção da qualidade do solo, enfatizando a fertilidade natural que pode ser atribuída ao aporte de biomassa vegetal que pode, através da decomposição dos microrganismos fornecer alguns nutrientes e, conseqüentemente, serem absorvidos pelas plantas, nutrindo-as. A ação antrópica ligada à mudança do uso do solo tem o efeito significativo de alterar toda uma cadeia de atributos de qualidade do solo um vez que a queimada, derrubada das matas nativas diminuem e favorecem para que os solos sofram ainda mais com as intempéries climáticas, tais como temperatura e umidade da região e segundo Magalhães et al. (2013), as modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas da vegetação nativa, alteram as entradas e saídas de nutrientes do sistema solo.

A instalação de pastagens ou de outras culturas como milho, feijão e mandioca com a retirada da mata nativa tem seus efeitos nos atributos de qualidade do solo, pois com a remoção da vegetação nativa para introdução dessas culturas haverá alteração da composição de espécies vegetais, da matéria orgânica, dos nutrientes, da estrutura e da comunidade microbiana, componentes necessários para garantir a qualidade do solo (ENTRY et al., 2002; HENDRIX et al., 1990). Carpenedo e Mielniczuk (1990), afirmam que os sistemas de produção mistos que incluem a combinação de pastagens perenes, além de culturas anuais para produção de grãos, são os mais eficientes na manutenção da estrutura físico-química do solo favorável às plantas.

Com base nisso, o objetivo do trabalho foi avaliar os atributos químicos e a disponibilidade de nutrientes em áreas de pastagem e atividades agrícolas, quando substitui a área de vegetação nativa, gerando assim dados comparativos entres áreas conservacionistas e cultivadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os impactos da substituição da vegetação nativa por pastagem e agricultura nos atributos químicos e disponibilidade de nutrientes de Latossolo Amarelo distrófico no bioma Caatinga.

2.2. Objetivos Específicos

- Quantificar disponibilidade de nutrientes nas áreas de mata nativa, pastagem e agricultura;
- Determinar os atributos químicos de fertilidade do solo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Caracterização do bioma Caatinga

O bioma Caatinga ocupa uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional (MMA, 2017) e baixa precipitação pluviométrica (VIEIRA, 2009) sendo exclusivo do Brasil e mais eminente na região Nordeste do país (SOUZA et al., 2015). O termo caatinga é originário do tupi-guarani, que significa mata branca, o que caracteriza a paisagem no período de estiagem quando a vegetação perde as folhas e fica com um aspecto seco e sem vida (ALVES, 2007). Este bioma constitui-se de um complexo vegetal muito rico em espécies lenhosas e herbáceas, sendo as primeiras caducifólias e as últimas anuais, em sua grande maioria. Numerosas famílias estão representadas, destacando-se a leguminosa, a euforbiácea e a cactácea (ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 1997). Para que as plantas da Caatinga sobrevivam elas apresentam adaptações que permitem a sobrevivência nos períodos de falta de água.

Para Mendes (1987), as adaptações das plantas da Caatinga de porte arbóreo e apresentam alta resistência à seca, pelo fato de possuírem diferentes mecanismos anatômico-fisiológicos que minimizam os efeitos da falta de chuvas por ocasião das secas estacionais e periódicas. Sendo portanto proporcionada pela presença de xilopódios, raízes pivotantes, raízes tuberosas e superficiais, troncos subrificados, caules suculentos clorofilados, folhas modificadas em espinhos, folhas cerificadas, cutículas folheares espessas, folhas pequenas e caducas, mecanismos especiais de abertura e fechamento dos estômatos, processo fotossintético com absorção do CO₂ durante a noite, ciclo vital curto, sementes dormentes e por outras modificações anatômicas e/ou fisiológicas. As poucas espécies perenifólias existentes na caatinga possuem raízes pivotantes bem desenvolvidas, que possibilitam a absorção da água nas camadas profundas do solo. As espécies caducifólias possuem raízes muito superficiais e de distribuição radial, que possibilita o aproveitamento das primeiras chuvas, por mais fracas que elas sejam, e até o orvalho (MENDES, 1997).

A Caatinga sofre com interferências climáticas e antrópicas. Em relação as condições climática podemos afirmar que o fato da baixa precipitação pluviométrica e antrópicas quando o manejo aplicado é inadequado, podendo levar a desertificação da área. De acordo com a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação - CCD (1994), a desertificação é um fenômeno provocado pela degradação dos solos nas áreas áridas, semiáridas e subúmidas

secas, resultantes de diversos fatores, os quais vão das variações climáticas às atividades humanas.

3.2. Manejos na Caatinga

São diversos os manejos empregados na Caatinga desde a implantação de culturas de subsistência até uso de sistemas agroflorestais e por este motivo o bioma supracitado se apresenta bastante alterado e prejudicado, pois os manejos empregados na maioria das vezes não são planejados e adequados para a capacidade de uso que a terra possui, além de prejudicar as propriedades físicas e químicas do solo, por exemplo compactação do solo por conta do impacto das gotas de chuva, ou artificial por meio do pisoteio de animais ou humanos (OLIVEIRA MELO, 2008). De acordo com Silva et al. (2002) a compactação é uma alteração no arranjo das partículas do solo, diminuindo o volume de seus poros, aumentando sua densidade e a resistência mecânica à penetração de raízes, água e nutrientes. Indiretamente, tal problema modifica a temperatura e aeração do solo, infiltração e condutividade da água, afetando também atributos químicos como disponibilidade de nutrientes, biológicos no desenvolvimento de microrganismos e a região ocupada pelas raízes (SILVA et al. 2001) ressaltando então a ação do manejo inadequados das terras.

A ação do homem em busca de solos mais férteis para a prática agrícola e agropecuária vem sendo considerada uma das principais causas que levam as áreas da Caatinga a serem devastadas, deixando o solo exposto e suscetível ao processo erosivo, à desertificação e levando ao desaparecimento de inúmeras espécies vegetais e/ou animais (HOLANDA et al., 2015) além da perda da fertilidade do solo (OLIVEIRA et al., 2008). Os nutrientes encontrados em mata nativa no bioma Caatinga são obtidos principalmente pela mineralização dos restos vegetais e de acordo com Souza & Davide (2001), a serapilheira constitui-se na maior fonte de vários tipos de matéria orgânica e, conseqüentemente, de nutrientes para a flora e fauna do solo. Segundo Souto et al. (2009), a vegetação nos ecossistemas florestais exerce papel fundamental na manutenção da fertilidade desses solos, através do processo denominado ciclagem de nutrientes e segundo Vital et al. (2004), é a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para o solo.

Segundo Moura (2010), a ciclagem de nutrientes engloba as trocas de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente e que os modelos conceituais que descrevem esses processos de troca de nutrientes são complexos envolvendo três sistemas fundamentais na movimentação

dos nutrientes: planta, animal e solo. Portanto, a ciclagem dos nutrientes nesse tipo de bioma, refere-se ao processo de absorção dos minerais pelas plantas, translocação interna entre os tecidos vegetais e transferência desses elementos, acumulados na fitomassa, novamente para o solo, a atmosfera e a hidrosfera, tornando-se disponíveis para serem reabsorvidos. Este é um ciclo essencial para a manutenção da vida no planeta (EMBRAPA, 1999).

3.3.Mudança do uso do solo e fertilidade dos solos

Segundo Camargos (2005), a fertilidade do solo é parte da ciência do solo que estuda a capacidade em suprir (ter e fornecer) nutrientes às plantas. Ela estuda quais os elementos essenciais, como, quando e quanto eles podem interagir com o vegetal, o que limita sua disponibilidade e como corrigir deficiências e excessos. Cada nutriente é estudado profundamente para entender melhor as transformações, a mobilidade e a “disponibilidade” de cada um às plantas.

Porém não é tão fácil como se pensa em encontrar solos com qualidades físico-química totalmente adequadas, pois o conjunto desde a formação dos solos até o manejo empregado para determinada cultura pode prejudicar ainda mais um solo que possui uma fertilidade boa e piorar um que não tem nada. Existe portanto três conceitos de fertilidade do solo que são fertilidade natural (decorrente do processo de formação do solo); a atual (solo quando sofre ação antrópica) e fertilidade potencial (manifestada sob determinadas condições) (CAMRAGOS, 2005).

A análise química dos parâmetro do solo permitem interpretarmos as condições de fertilidade de qualquer solo. O parâmetros mais analisados são pH, Al, N, P, K, Na, Ca, Mg entre outras e através de boletins técnicos consegue-se fazer interpretações sobre a fertilidade dos solos. O bioma Caatinga por possuir numerosas espécies em sua área territorial permite que o solo receba aporte dos mais diversos tipos de material (animal e vegetal) além de permitir que haja ciclagem de macro e micronutrientes no solo. Santana (2005) em seu trabalho quantificou a presença dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, além disso pode-se também quantificar micronutrientes.

De acordo com Silva et al. (2007), a ação antrópica promove alterações nos atributos do solo e, na maioria das vezes, causa impacto ambiental negativo. A substituição da mata nativa pelo uso das áreas com sistemas agropecuários é muito comum na região semiárida do nordeste

brasileiro, porém segundo Vanzela et al. (2010), esse tipo de atividade pode provocar perda da biodiversidade, queda na fertilidade do solo e a intensificação dos processos erosivos.

Com a implantação das pastagens tendo em vista a retirada da cobertura vegetal da mata nativa ocorre uma série de alterações nas propriedades químicas e físicas dos solos (PEREIRA et al., 2000). Ainda de acordo com mesmo autor as alterações nas propriedades químicas do solo, após essa retirada com a introdução de novas culturas, dependerá de vários fatores, como a classe de solo, a sua fertilidade inicial, o comportamento químico de cada nutriente, suas interações com o meio, a cultura introduzida, como também o manejo e os tratamentos culturais adotados. A disponibilidade dos nutrientes para áreas com pastagens está em função de alterações moleculares com a finalidade de serem utilizados pela microbiota do solo, espécies vegetais e animais (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006).

No caso da cobertura com culturas anuais, ou seja, sistemas agrícolas, ocorre um desequilíbrio na ciclagem de nutrientes: os processos de mineralização, extração pelas plantas e perdas por erosão são maiores do que as entradas de nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica do solo e processos biogeoquímicos, principalmente pela alteração dos minerais primários (CERRI et al., 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da Área

A área do estudo está situada no estado Piauí (Brasil), na localidade de Crioli no município de Santa Luz com coordenadas de (08° 57' 14" S 44° 07' 46" W), com altitude de 345 m sob o domínio do bioma Caatinga, localizado na região semiárida piauiense.

A classificação do solo em estudo é Latossolo Amarelo distrófico. A região possui duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa que engloba os meses de outubro a maio e a outra seca que vai de junho a setembro. O clima semiárido e quente do tipo quente (Aw) de acordo com Köppen, com temperatura média de 26,5 °C e precipitação média anual de 1200 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, e de janeiro a março o trimestre mais chuvoso (SILVA FILHO et al., 1994).

4.2. Descrição da Área em Estudo

Foi selecionado o bioma Caatinga em três formas de cobertura do solo: mata nativa, pastagem e agricultura (Figura 1) para o estudo. Em função das formas de cobertura, em cada área selecionada, coletou-se em triplicatas foram coletadas amostras de solo em sete profundidades na trincheira (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm), totalizando 63 amostras. A Tabela 1 apresenta o histórico de uso do solo da área em estudo.



Figura 1. Áreas de coleta de solo sob bioma Caatinga: (A) Mata nativa; (B) Pastagem; (C) Agricultura

Tabela 1. Histórico e descrição das áreas experimentais em Latossolo Amarelo distrófico na Caatinga piauiense

Sistema de Manejo e Uso do Solo	Histórico
Caatinga Nativa	Composta por plantas de porte arbóreo e arbustivo-arbóreo. As principais espécies encontradas nas áreas são: <i>Mimosa hostilis</i> Benth (Jurema), <i>Miconia albicans</i> (caneva de velho), <i>Combretum duarteanum</i> Cambess (vaqueta), <i>Acacia glomerosa</i> Benth (espinho preto) etc.
Agricultura	Área desmatada em 2011. Em 2012/2013 plantio de milho e feijão. No ano de 2014 foi realizado o plantio de mandioca. Em 2016 plantio de milho.
Pastagem	Área desmatada em 2013. No ano de 2015 foi realizado o plantio do pasto (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher - capim elefante). Área irrigada, irrigação por aspersão. Não utilizou nenhum fertilizante químico.

4.3. Amostragem de solo

Abriu-se uma trincheira no local pré-identificado de 0,7 x 0,7 m, com 1,00 m de profundidade. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m; 0,20 - 0,30 m; 0,30 - 0,40 m; 0,40 - 0,60 m; 0,60 - 0,80 m e 0,80 - 1,00 m. Dentre essas

profundidades, as análises químicas foram feitas nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m. (Figura 2).

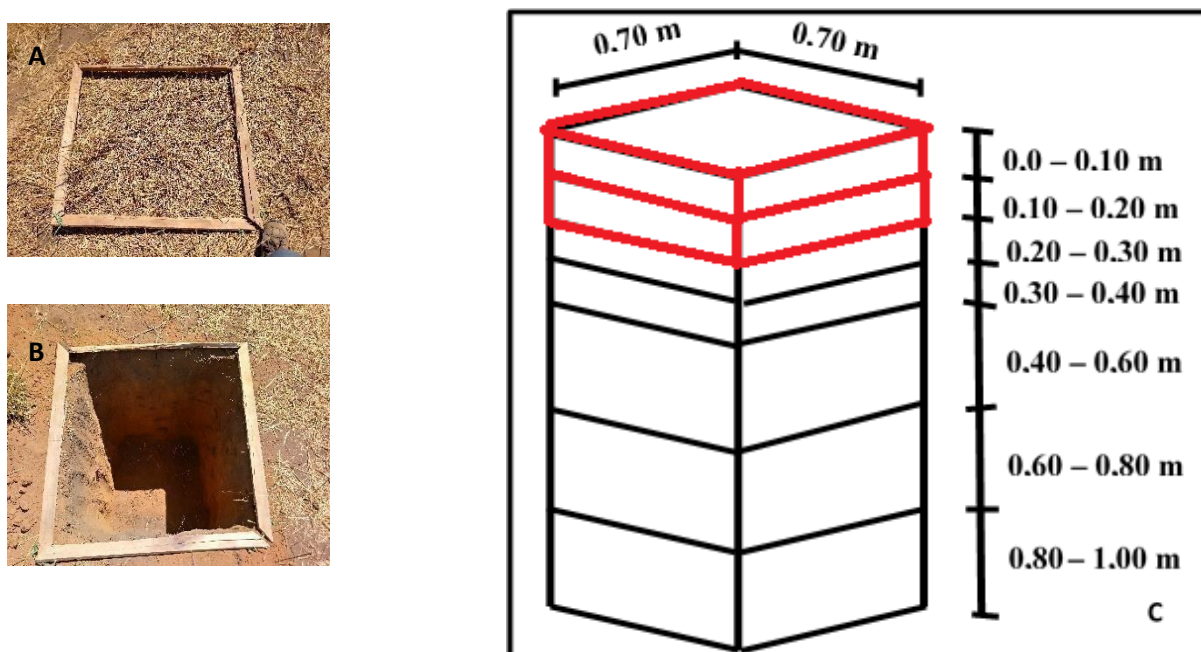


Figura 2. Trincheira para coleta de amostras de solo. (A) gabarito para marcação da trincheira. (B) trincheira de 0,7 x 0,7 x 1,00 m. (C) detalhe da estratificação do perfil do solo em camadas para coleta de amostras de solo

4.4. Preparo e Análises físico-químicas

As amostras coletadas foram de dois tipos: amostras deformadas e indeformadas. Antes da abertura da trincheira, foi realizada a limpeza da área de coleta das amostras de solo para a determinação da densidade do solo de cada camada amostrada com três repetições, utilizando-se o método do anel volumétrico descrito em Teixeira et al. (1997).

As amostras indeformadas foram secas em estufa a 105°C por 72 horas para posterior determinação da massa. Já as amostras deformadas de solo foram secas ao ar (TFSA), destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para posterior análises físicas. Os torrões maiores foram quebrados manualmente e, em seguida fez-se o revolvimento da amostra para agilizar a secagem.

As amostras deformadas foram analisadas no Laboratório de Matéria Orgânica do Solo no Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, *Campus II*, Areia-PB.

4.4.1. Análises químicas

A metodologia utilizada para a realização das análises químicas estão descritas no Manual de Métodos de Análise de Solo para a Avaliação da Fertilidade do solo conforme metodologias propostas pela Embrapa (TEIXEIRA et al., 2017).

Com as amostras foram avaliados os seguintes parâmetros químicos: pH, Al, N, P, K, Na, Ca, Mg, e após esses parâmetros serem analisados, foram calculadas a Soma de Bases (SB), CTC efetiva (t), CTC a pH=7 (T), Saturação por Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%).

4.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises de variância foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o solo apresenta uma baixa fertilidade tanto na mata nativa como no uso da pastagem e agricultura. Dessa forma, percebe-se a necessidade de haver a correção do solo para que ocorra uma produção satisfatória. As classificações dos parâmetros químicos foram feitas através do manual de Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco, 2008. (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização química de Latossolos coletados na área do bioma Caatinga sob diferentes formas de cobertura

Manejo	Profundidade (m)	pH	NT	P	K ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Mg ²⁺	SB	H ⁺ +Al ³⁺	T	Al ³⁺	V	m	t
		(H ₂ O)	g Kg ⁻¹	----mg dm ⁻³ ----										-----%		cmol _c dm ⁻³
Agricultura	0,0-0,10	4,5	0,75	0,78	26,98	0,07	0,12	0,32	0,20	0,38	3,70	4,08	0,23	9,41	37,86	0,62
		AE		MB	B		MB		B	MB	M	B	B	MB	M	MB
	0,10-0,20		0,62	0,71	11,27	0,03	0,04	0,18	0,14	0,20	3,69	3,89	0,33	5,24	61,68	0,53
Nativo		ME		MB	MB		MB		MB	MB	M	B	B	MB	A	MB
	0,0-0,10		0,82	0,46	21,66	0,06	0,05	0,20	0,16	0,26	4,04	4,30	0,27	6,02	51,47	0,53
		AE		MB	B		MB		B	MB	M	B	B	MB	A	MB
Pastagem	0,10-0,20		0,46	0,20	10,29	0,03	0,02	0,12	0,10	0,14	4,04	4,19	0,32	3,45	68,92	0,46
		AE		MB	MB		MB		MB	MB	M	B	B	MB	A	MB
	0,0-0,10		0,53	7,07	27,55	0,07	0,20	0,51	0,31	0,58	3,60	4,18	0,11	13,83	15,36	0,68
		AM		B	B		MB		B	MB	M	B	MB	MB	B	MB
	0,10-0,20		0,43	5,40	9,74	0,02	0,27	0,49	0,22	0,52	3,40	3,91	0,18	13,23	26,00	0,70
		AE		B	MB		MB		B	MB	M	B	MB	MB	B	MB

(*) pH em água; P e K⁺: extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: extrator acetato de cálcio 0,5 mol l⁻¹ a pH 7,0; NT: Nitrogênio Total; SB: soma de bases; CTC (T): capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação de Al; t: capacidade de troca de cátions efetiva. AE = Acidez Elevada; ME = Muito Elevada; AM = Acidez Média. B = Baixo; MB = Muito Baixo; M = Médio; A = Alto.

Acidez Ativa

De acordo com as análises químicas (Tabela 2), os valores de pH em água estão variando de 4,2 em área de agricultura sendo classificada como uma acidez muito elevada e 5,2 em área de pastagem sendo considerada uma acidez média. Dentre os manejos de agricultura, mata nativa e pastagem, na profundidade de 0,0 m - 0,10 m, a acidez variou de elevada (agricultura e floresta nativa) a média (pastagem). Já na profundidade de 0,10 m – 0,20 m a acidez foi considerada elevada nos três manejos. Os valores de pH nas condições citadas acima podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas tendo em vista que a disponibilidade de nutrientes é reduzida em pH ácidos. Guimarães et. al. (2015), observaram em seu trabalho que os atributos químicos obtiveram resultados negativos pelo fato de ter acidez alta e baixa saturação por bases, além de apresentar altos valores para a saturação de alumínio.

Os valores de pH apresentaram diferença significativa dentro dos usos e em cada profundidade. A pastagem obteve o valor de pH menos ácido em relação à mata nativa e à agricultura com um valor de 5,2 na profundidade de 0,0 m – 0,10 m e de 4,9 na profundidade de 0,10 m – 0,20 m não diferindo nesta profundidade do pH em área de mata nativa. Na profundidade de 0,10-0,20 m não houve diferença significativa entre pastagem e mata nativa conforme Figura 3.

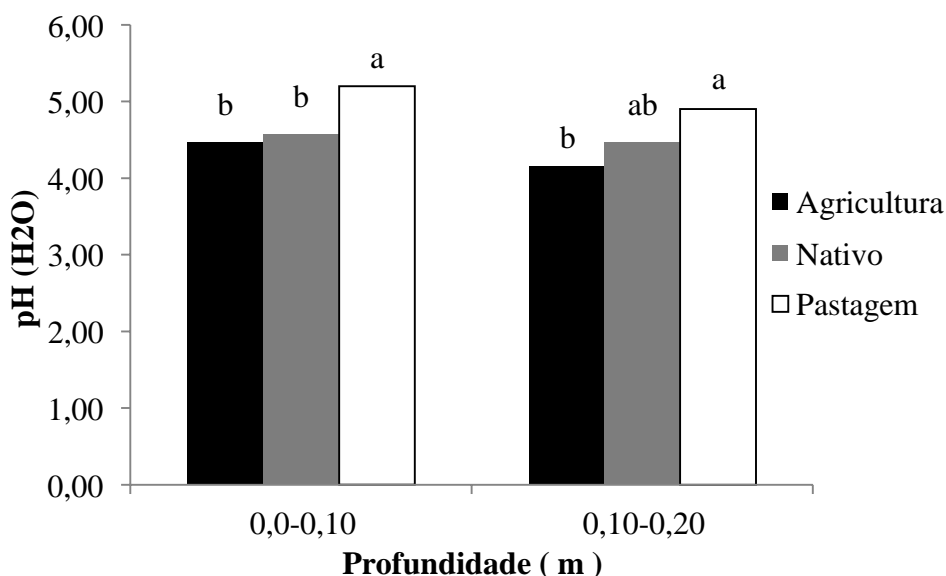


Figura 3. Valores médios de pH nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Para o uso de agricultura com as culturas de feijão e milho empregadas no local da coleta do solo para análises químicas o pH não está adequado tendo em vista que a faixa ideal de pH

para as culturas de feijão e milho gira em torno de 6,0 (FAGERIA e ZIMMERMANN, 1998), ou seja, necessita-se de calagem para que tais culturas tenham rendimentos adequados.

A pastagem é menos sensível à acidez do solo Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS (2004) e de acordo com o estudo da área (Tabela 1) possui o plantio do pasto com *Pennisetum purpureum* Schumach (capim elefante) permitindo que o solo não ficasse exposto sendo prejudicado com as intempéries climáticas e ambientais o que poderia ocasionar num pH mais baixo caso o solo estivesse desprotegido, porém como é uma área irrigada apresentou acidez entre elevada e média em virtude da água lavar as bases do complexo de troca deixando íons H^+ em seu lugar; com o abaixamento do pH a valores muito baixos (MALLAVOLTA, 1985).

A mata nativa possui um pH que varia de elevado a muito elevado no que tange a acidez, o que era esperado, pois como existe um aporte de matéria orgânica no solo a ação dos microrganismos decompositores no local vai fazer com que liberem H^+ na solução do solo, diminuindo portanto o pH. O baixo valor de pH em diferentes profundidades em mata nativa tem relação com os teores de matéria orgânica do solo encontrados neste sistema, enfatizando o caráter ácido da matéria orgânica, além de liberar H^+ quando há a dissociação dos grupos fenólicos e carboxílicos da mesma (ANDRADE et. al., 2012; MALLAVOLTA, 1985).

Fósforo Disponível

Os solos brasileiros são pobres em fósforo (P) em decorrência do seu material de origem e da forte interação do P com o solo (RAIJ, 1991), explicando assim os valores de fósforo encontrados no presente estudo, variando com valores muito baixo na mata nativa ($0,20 \text{ mg.dm}^{-3}$) na profundidade de 0,10 m – 0,20 m a valores baixos na pastagem ($7,07 \text{ mg.dm}^{-3}$) em profundidade de 0,0 m - 0,10 m. O valor mais representativo na profundidade de 0,10 m – 0,20 é encontrado no manejo com pastagem cujo valor encontrado foi $5,40 \text{ mg.dm}^{-3}$ e menos representado na profundidade 0,0 m – 0,10 m é de $0,46 \text{ mg.dm}^{-3}$ em mata nativa. (Figura4).

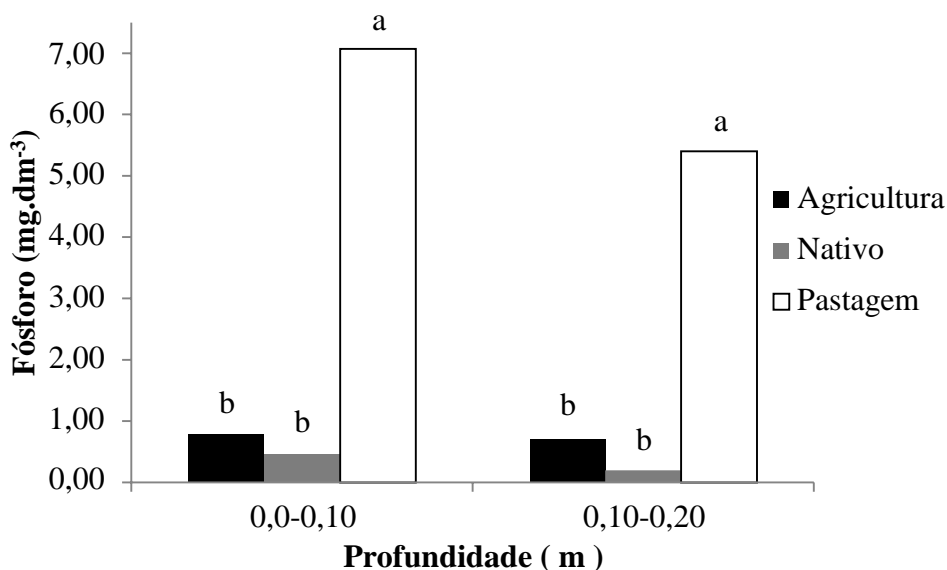


Figura 4. Valores médios de fósforo nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey, os valores encontrados apresentaram diferenças em relação às outras coberturas significantes a 5% de probabilidade, para as pastagens em ambas profundidades. Já a agricultura e mata nativa não apresentaram diferença estatística conforme Figura 4. O resultado observado foi contraditório com o exposto pela literatura, na qual a mata nativa por ter maior deposição de serrapilheira, produção de ácidos orgânicos presumidamente a disponibilidade de fósforo deveria ser maior (FERNANDES, 2005) além de que a matéria orgânica compete pelos sítios de adsorção do fósforo, tornando-o mais disponível.

Potássio

As diversas atividades mal planejadas empregadas em um terra prejudica a disponibilidade de nutrientes nos solos. A maneira em que o produtor maneja os solos, e em particular os solos do semiárido nordestino, pode contribuir negativamente para a manutenção desse elemento (PIMENTEL et al. 2013).

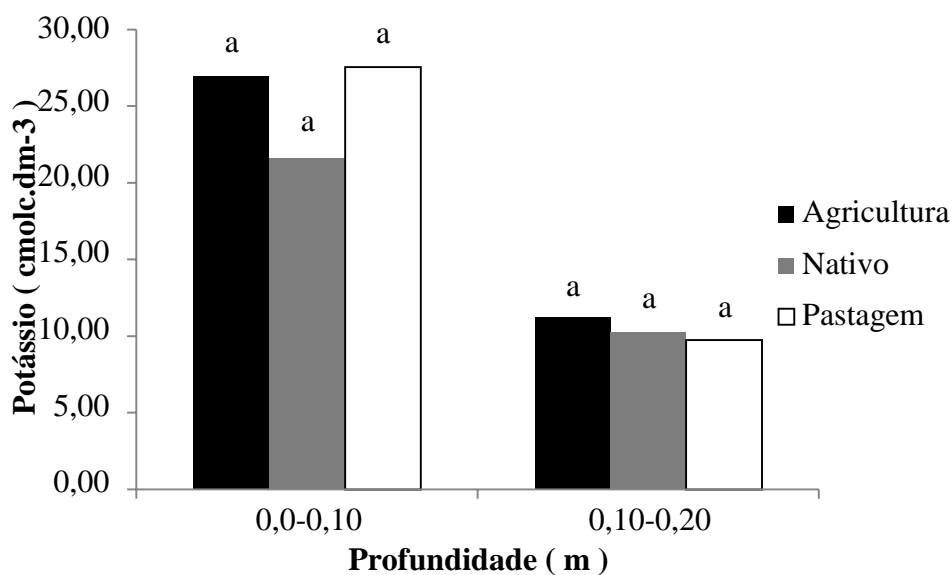


Figura 5. Valores médios de Potássio nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Os valores encontrados para este parâmetro foram classificados em muito baixos na profundidade de 0,10 m – 0,20 m e baixos de 0,0 m – 0,10 m. Os valores encontrados para a agricultura, mata nativa e pastagem na profundidade de 0,0 m – 0,10 m foram, respectivamente, 26,98; 21,66 e 27,55 mg.dm⁻³ ou ainda 0,07; 0,06 e 0,07 cmol_c.dm⁻³. Para a profundidade de 0,10 m – 0,20 m seguindo a mesma sequência dos manejos supracitados os valores encontrados foram respectivamente 11,27; 10,29 e 9,74 mg.dm⁻³ correspondendo na sequência a 0,03; 0,03 e 0,02 cmol_c.dm⁻³. Sendo assim, nenhum valor encontrado para potássio diferenciou estatisticamente nas coberturas e ambas profundidades.

Os solos do semiárido, geralmente, têm baixa fertilidade natural e, esta situação se agrava com o desmatamento da vegetação para estabelecimento de sistemas agropecuários (LIRA, et al. 2012). Além disso, os valores do presente estudo estão inadequados para a maioria das culturas logo os resultados podem ter relação principalmente com a baixa CTC encontrada (MIELNICZUK, 2005) além das possíveis perdas através dos processos erosivos e do próprio material de origem do solo (MELO et al., 2016).

Cálcio e Magnésio

Os resultados para cálcio em todas as condições de manejos apresentaram-se muito baixos variando em termos absolutos de 0,02 cmol_c.dm⁻³ na mata nativa e com o maior valor de 0,27 cmol_c.dm⁻³ na pastagem ambos na profundidade de 0,10 m- 0,20 m. Já o magnésio variou em classificação de muito baixos a baixos. A área com mata nativa possui o menor valor para

magnésio com $0,10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na profundidade de $0,10 \text{ m} - 0,20 \text{ m}$ e a pastagem com o maior valor de $0,31 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. Possuindo assim baixos teores de bases trocáveis.

Os valores encontrados limitam o desenvolvimento da maioria das culturas. Esses valores encontrados na Figura 6 podem acidificar o solo pela lixiviação de cátions básicos solúveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) seguida pela sua substituição por cátions ácidos (H^{+} e Al^{3+}) no complexo de troca catiônica (ZIGLIO, 1999). Além disso, segundo Ziglio et al., (1999), em seu trabalho concluíram que a presença de ligantes orgânicos de origem vegetal agem marcadamente sobre a mobilidade do Ca^{2+} no solo e que o provável efeito negativo da remoção de Ca^{2+} do solo por compostos orgânicos pode ser minimizado através de rotações de culturas que promovam diferentes capacidades de produção de ânions orgânicos solúveis. Segundo Sengik (2003), solos arenosos, (textura média), como é o caso do solo analisado do presente estudo com baixos teores em matéria orgânica, lixiviados e erodidos, pode explicar a pobreza em cálcio e magnésio.

A Figura 6 é possível observar que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste Tukey para os valores de cálcio e magnésio encontrados em todas as coberturas e nas duas profundidades. A diferença nos valores comparados abaixo é explicada pelo fato de que o coeficiente de variação foi muito alto (59,64%).

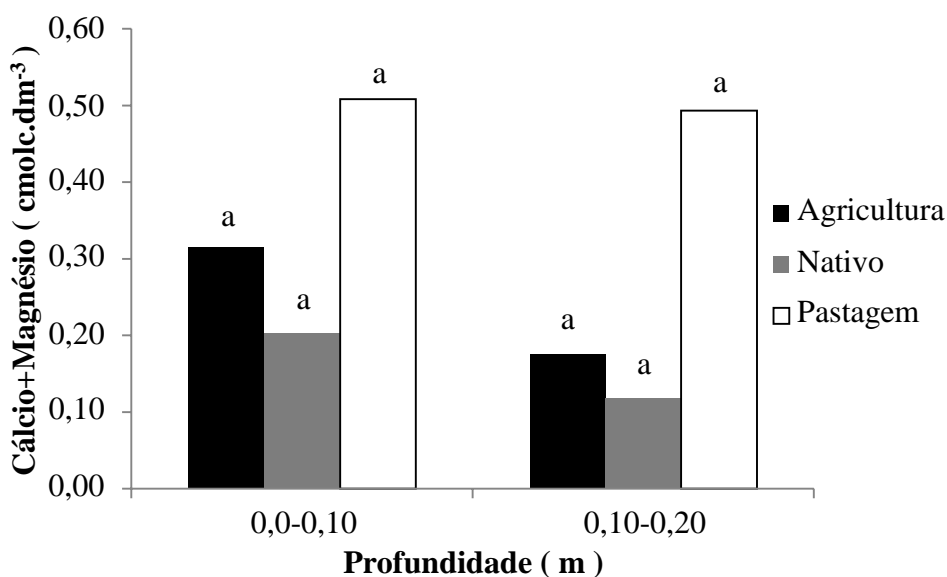


Figura 6. Valores médios de cálcio + magnésio nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Soma de Bases

A soma de bases de um solo é a soma dos valores de cátions permutáveis com exceção dos Al^{3+} e H^+ . De acordo com o resultado apresentado na Tabela 2 os valores encontrados foram muito baixos para todas as situações de manejos e profundidades. As camadas de 0,0 m – 0,10 m da agricultura, mata nativa e pastagem obtiveram valores maiores em relação a profundidade de 0,10 m – 0,20 m. Os valores encontrados para pastagem ($0,58 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,52 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas duas profundidades analisadas foram superiores em relação aos valores da agricultura ($0,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e mata nativa ($0,26 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Os motivos dos valores baixos da soma de bases estão relacionados os valores dos cátions também baixos, além dos possíveis problemas encontrados como lixiviação, erosão do solo, menor aporte de matéria orgânica, material de origem da formação do solo já explicados anteriormente.

Os resultados obtidos no presente estudo, mostram que em ambas coberturas existem deficiências para a nutrição das plantas. Os fatores que afetam a absorção de um nutriente pelas plantas e que devem ser considerados são os tipos de coloides, o pH, o equilíbrio entre a quantidade trocável no solo e a concentração do nutriente na solução de solo (Malavolta, 1980). Como o pH nas três coberturas foram ácidos e que a fertilidade natural é muito baixa, reflete negativamente na qualidade do solo em adotar tais práticas, vale salientar que a mata nativa possui uma adaptação ao solo.

Acidez Potencial (H + Al)

Os solos brasileiros são naturalmente ácidos e tal acidez é representada basicamente por íons H^+ e Al^{3+} , ou seja, acidez potencial. A acidez potencial é dividida em trocável e não trocável. A acidez trocável refere-se aos íons Al^{3+} e H^+ retidos na superfície dos coloides do solo. Esta quantidade de H^+ trocável é pequena. Como o H^+ representa menos de 5% da acidez trocável, é admitido apenas o Al^{3+} trocável e a acidez não trocável é o íon H^+ de ligação covalente associado aos coloides em carga negativa e aos compostos de alumínio. Os fatores associados a origem da acidez está relacionado com intensa lavagem e lixiviação dos nutrientes do solo, pela retirada dos nutrientes catiônicos pela cultura sem a devida reposição entre outros (BRAGA, 2010).

A estatística mostra que os valores encontrados para acidez potencial não diferem estatisticamente pelo teste Tukey conforme Figura 7.

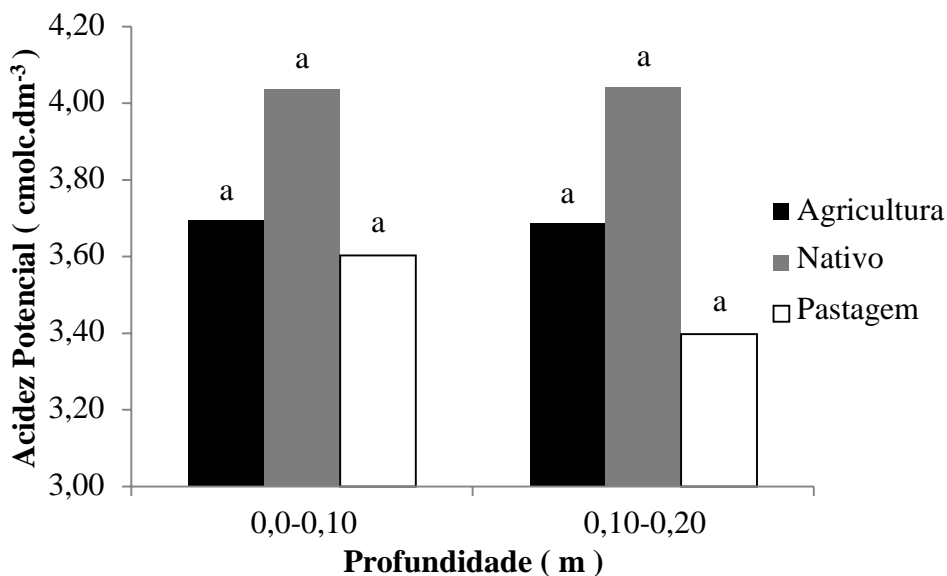


Figura 7. Valores médios de acidez potencial nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Os valores encontrados de acordo com a Tabela 2 indicam classificações médias para todos os manejos nas duas profundidades. A mata nativa possui em termos absolutos os valores menos ácidos (4,04 cmol_c dm⁻³ nas duas profundidades) em comparação a pastagem (3,60 cmol_c dm⁻³ em 0,0 m - 0,10 m e 3,40 cmol_c dm⁻³ de 0,10 m – 0,20 m) e agricultura (3,70 cmol_c dm⁻³ de 0,0 m – 0,10 m e 3,69 cmol_c dm⁻³ em 0,10 m – 0,20 m). Segundo Melo et al. (2016), comprovam que a substituição da mata nativa por atividades agrícolas aceleram a acidez potencial para a degradação das áreas. Outros fatores importantes que podem explicar é que a acidez pode ocorrer por outra vias como dissociação do gás carbônico, hidrólise do Al³⁺, decomposição da matéria orgânica entre outras formas.

Alumínio trocável

O alumínio faz parte da acidez potencial do solo e causa um acidez secundária no vegetais, causando toxicidade para as culturas não tolerantes em níveis críticos. De acordo com a Tabela 2 os valores para alumínio trocável variou de muito baixos a baixos. No cenário com agricultura e mata nativa os valores foram baixos em ambas profundidades (Em uma profundidade de 0,0 m – 0,10 m - 0,23 cmol_c dm⁻³ e - 0,33 cmol_c dm⁻³ na 0,10 m -0,20 m); sendo para mata nativa (na profundidade de 0,0 m – 0,10 m - 0,27 cmol_c dm⁻³ e 0,32 cmol_c dm⁻³ na 0,10 m -0,20 m). O uso da pastagem em relação a classificação foi muito baixos nas duas profundidades (0,0 m – 0,10 m e 0,10 m -0,20 m). Onde os valores foram respectivamente 0,11 cmol_c dm⁻³ e 0,18 cmol_c dm⁻³.

De acordo com a figura 8, percebe-se que dentro de cada profundidade houve diferença significativa nas profundidades na agricultura e mata nativa, onde a pastagem obteve menor teor de alumínio. Como o pH na área com pastagem é menos ácido que na mata nativa e na agricultura isso pode explicar o valor menor de Al^{3+} , pois de acordo com Miguel et al. (2010), quanto menor o valor do pH maior a atividade de Al^{3+} .

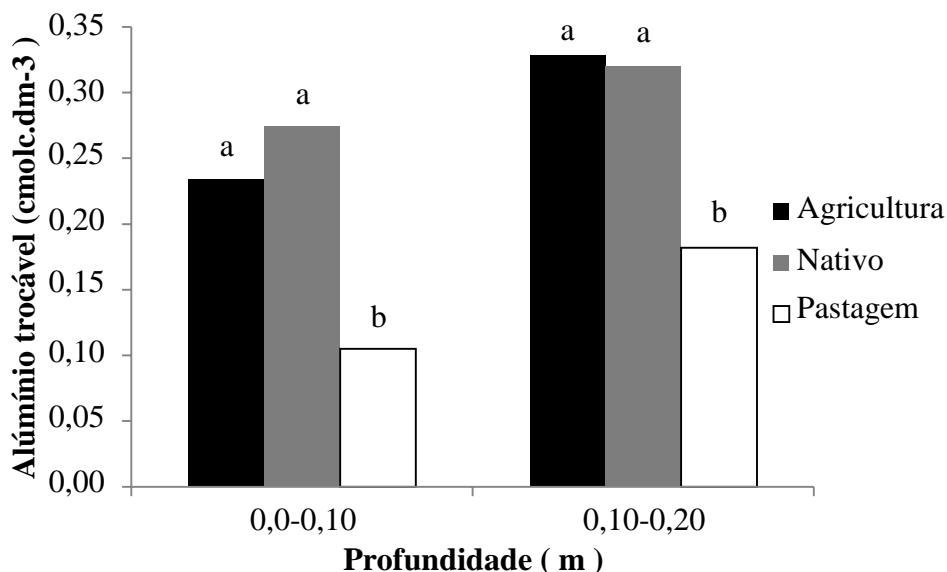


Figura 8. Valores médios de alumínio trocável nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0 (T)

A capacidade de troca de cátions (CTC ou T) é utilizada para a avaliação da fertilidade do solo e corresponde as cargas negativas que estão ocupando o solo. Quando a CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} este será um solo pobre e por ser baixa a CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável (EMBRAPA, 2010). O solo da área estudada foi classificado com franco arenoso portanto percebe-se que em relação às quantidades de cargas negativas apresentará uma T menor, além de possuir qualidades químicas também muito baixas conforme o estudo presente apresenta.

Observando a Tabela 2 é possível aferir que a CTC em todos os casos apresentaram-se baixas. Para agricultura o maior valor foi de 4,08 $cmol_c dm^{-3}$ na profundidade de 0,0 m – 0,10 m e de 3,89 $cmol_c dm^{-3}$ de 0,10 m – 0,20 m. Para a mata nativa variou de 4,19 $cmol_c dm^{-3}$ na profundidade de 0,10 m – 0,20 m a 4,30 $cmol_c dm^{-3}$ de 0,0 m – 0,10 m e por fim quando implantou-se a pastagem a CTC foi de 3,91 $cmol_c dm^{-3}$ na profundidade de 0,10 m – 0,20 m e 4,18 $cmol_c dm^{-3}$ de 0,0 m – 0,10 m. O manejo da mata nativa com o uso de outras atividades agrícolas diminui o teor da matéria orgânica e esses dados corroboram com Ciotto et al. (2003)

onde afirmam que o sistema de manejo afeta a matéria orgânica do solo, o que pode ter expressivo efeito na CTC de solos com argila de atividade baixa.

A mata nativa possui os valores maiores e a justificativa pode ser feita pelo fato de o aporte de matéria orgânica na área é maior em relação aos outros manejos como também a variedade em relação as espécies que servem de matéria orgânica, tendo em vista que a matéria orgânica possui predominantemente cargas negativa o que contribui ainda mais para tais valores. Para Bayer e Mielniczuk (2008), sob vegetação nativa a matéria orgânica do solo se encontra estável e, quando submetida ao uso agrícola, pode ocorrer redução acentuada no seu conteúdo, principalmente quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos.

Saturação por Bases (V)

Este parâmetro representa o valor das cargas negativas que estão ocupadas por bases trocáveis. Os valores calculados que estão contidos na Tabela 2 dentro de todos os manejos e das duas profundidades estão muito baixas o que prejudica de forma direta a fertilidade da área em estudo. O menor valor foi encontrado dentro da mata nativa e isso pode ser explicado pela ação antrópica em fazer derrubadas e queimas da área para o uso com outras atividade agrícolas. Além disso o pH pode estar contribuindo para que este valor seja muito baixo pois estão muito baixos. De acordo com Raij (1983) há uma relação estreita entre o pH e a saturação por bases, tendo em vista que a elevação do pH aumenta também a V.

Saturação por Alumínio (m)

Aqui observamos valores em relação a quantas cargas da CTC efetiva estão ocupadas com Al^{3+} . Os resultados na Tabela 2 mostraram que nas profundidades de 0,10 – 0,20 houve maiores porcentagens de cargas negativas ocupadas com Al^{3+} . Na agricultura variou de uma média com 37,86% a alta com 61,68%. Na mata nativa a m apresentaram-se altas nas duas profundidades variando de 51,47% a 68,92% e na pastagem apresentou as menores porcentagens variando de 15,36% a 26,00% e isso é explicado pelo fato da pastagem obter maiores valores de bases trocáveis.

Vieira e Vieira (1983) caracterizam os Latossolos, como de acidez elevada, baixo conteúdo de fósforo assimilável, baixa saturação por bases e a alta porcentagem de saturação com alumínio corroborando para os resultados encontrados no presente trabalho. E segundo

Quaggio (2000), a saturação por alumínio superior a 30% limita o crescimento de raízes da maioria das espécies cultivadas.

Capacidade de Troca de Cátions efetiva (t)

Aqui são representados a parte da CTC total que está ativa, ou seja, participando dos processos de troca e não estando bloqueadas pelo H^+ de ligação covalente (não trocável) e é calculado através da soma de bases com Al^{3+} . Os valores encontrados foram todos muito baixos. Em relação à agricultura houve uma variação de $0,53 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a $0,62 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; para a mata nativa os valores foram ainda menores possuindo $0,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0,10 m – 0,20 m e na camada mais superficial obteve $0,53 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e por fim a pastagem obteve entre os três manejos a maior t correspondendo de $0,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada superficial e $0,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na subsuperficial. Estes valores podem ser explicados pelo conjunto dos parâmetro anteriores já discutidos, ressaltando os valores da soma de bases e do alumínio trocável.

Os baixos resultados encontrados estão relacionados com as características de cada cobertura. No caso da pastagem e cobertura com agricultura como não há aporte de biomassa vegetal não houve um teor alto para a t. O trabalho de Ciotta et al. (2003), corrobora com os resultados do presente trabalho, pois eles afirmam que o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo em sistema de plantio direto (SPD) resultou num importante aumento nos valores de CTC efetiva e CTC a pH 7,0.

Nitrogênio Total (NT)

De acordo com Matos e Mendonça (2017), os teores de Nitrogênio Total dos solos agrícolas variam, em geral, entre $0,2$ e 5 g Kg^{-1} , sendo que 98% encontra-se na forma orgânica. Os outros 2% correspondem as formas inorgânicas, principalmente, NH_4^+ e NO_3^- . Os valores encontrados de NT variaram de $0,433 \text{ g Kg}^{-1}$ na pastagem e $0,819 \text{ g Kg}^{-1}$ na mata nativa. Na agricultura encontramos valores maiores de NT ($0,75 \text{ g Kg}^{-1}$ na profundidade de 0,0-0,10 m e $0,62 \text{ g Kg}^{-1}$ na de 0,10-0,20 m) em relação a pastagem ($0,53 \text{ g Kg}^{-1}$ na profundidade de 0,0-0,10 m e $0,43 \text{ g Kg}^{-1}$ na de 0,10-0,20 m) e isso pode ser explicado pelo fato de que a implantação de feijão na área aumentou do nitrogênio. No trabalho de Aita et. al. (2001) relatam isso em seu que as leguminosas propiciam cobertura do solo, apresentando potencial de fixação do N_2 atmosférico em simbiose com *Rhizobium*.

Segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade não houve diferenças significativas em relação ao NT nos diferentes sistemas de cobertura empregados conforme Figura 9.

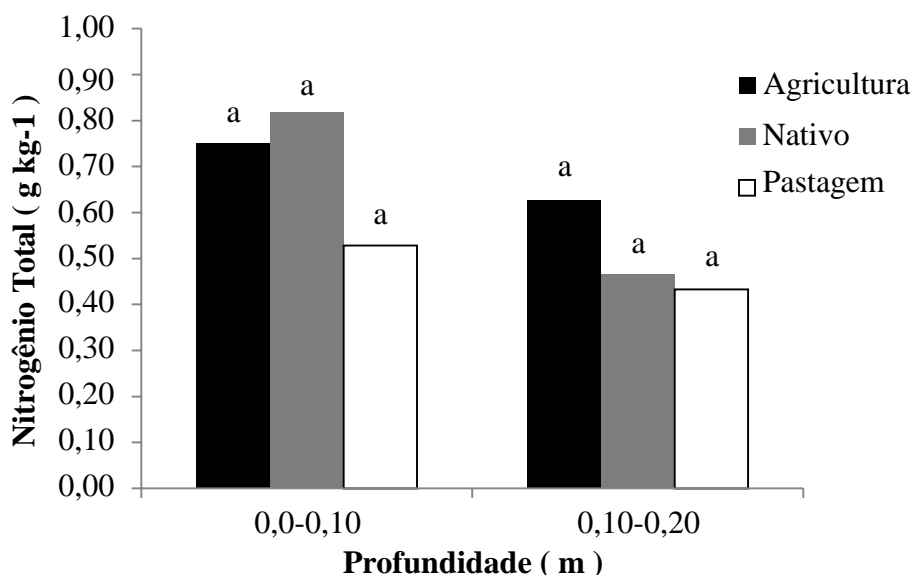


Figura 9. Valores médios de nitrogênio total nas diferentes coberturas e profundidades. Letras minúsculas comparam coberturas dentro de cada profundidade.

De acordo com Jansen (2005), o carbono (C) e o nitrogênio (N) frequentemente têm sido utilizados como indicadores da qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa. Quando há a mineralização da matéria orgânica do solo, da qual fazem parte as reações de amonificação e nitrificação, transforma, em média, de 2% a 5% do N orgânico por ano, processo que pode ser influenciado pelo uso e manejo do solo, como nas áreas com pastagens, nas quais a forma amoniacal é favorecida por substâncias excretadas pelas raízes das gramíneas, que inibem a nitrificação, e pela existência de menores valores de pH, que ocorrem, geralmente, nessas condições (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Isso portanto, prova que valores encontrados para o N é sobremaneira baixo, pelo fato de haver solos ácidos e que não recebem tanto aporte de matéria orgânica prejudicando assim a mineralização da matéria orgânica que fornece tal nutriente.

6. CONCLUSÕES

A substituição da mata nativa pela agricultura agrava alguns atributos químicos dos solos tais como acidez ativa e CTC do solo. O pH na agricultura em relação a valores absolutos é mais ácido e a CTC também é mais baixa, ou seja, menor quantidade de cargas negativas ocupando o solo.

A saturação de alumínio nas pastagens foi menor em relação a agricultura e a mata nativa por possuir maiores valores de bases trocáveis, além disso, o valor da acidez ativa é menor.

Os dados analisados indicam que o solo necessita de manejos mais conservacionistas e de práticas que aumentem a disponibilidade de nutrientes na solução do solo para suprir a necessidade das culturas, pois a fertilidade natural das áreas estudadas é muito baixa, sofrendo ainda mais com as ações antrópicas inadequadas.

A substituição da mata nativa por pastagem foi a que menos alterou os aspectos químicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C., BASSO, C. J., CERETTA, C. A., GONÇALVES, C. N., DA ROS, C. O., Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [en linea] 2001, 25: Data de consulta: 29 de novembro de 2018] Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218347018>> ISSN 0100-0683.
- ALVES, J. J. A. **Geoeologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro**. CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v.2, n.1, p.58-71, 2007.
- ANDRADE, L. K. F.; DANDREA, A. F.; DANDREA, R. M. S.; RODRIGUES, G. C.. Atributos de fertilidade relacionados à qualidade do solo em mata nativa e área desmatada na bacia do rio Cuiá, em João Pessoa, PB.. In: **VI CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012, Palmas, TO. VI CONNEPI, 2012., 2012.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Desenvolvimento sustentado da caatinga, Sobral: EMBRAPA - CNPC, 1997. 19 p. (EMBRAPA - CNPC. Circular Técnica, 13).
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.
- BRAGA, Ney Monte. **A Acidez do Solo - Ativa e Potencial**. 2010. Disponível em: <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/04/acidez-do-solo-ativa-e-potencial.html>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso 30 nov. 2018.
- CAMARGOS, S. L. **Conceitos sobre fertilidade e produtividade**. 2005. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1250871/mod_resource/content/1/Apostila%20Fertilidade%20dos%20solos.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 14:99-105, 1990.
- CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubacao para o Estado de Pernambuco: 2a. aproximação**. 3.ed.rev. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, 2008. 212 p. il.
- CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação – UNCCD**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1994.
- CERRI, C. C.; CHAPLOT, V. Ciclagem de nutrientes e sustentabilidade agrícola. In: I Workshop sobre Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 1999, Campinas (SP). **Anais do I Workshop sobre Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Campinas, (SP), 1999.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; VIEIRA, S. M.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria Orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 1161-1164, 2003.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.

DUBEUX JÚNIOR, J.; LIRA, M. A.; SANTOS, M.; CUNHA, M. 2006. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. **Simpósio sobre o Manejo da Pastagem**, 23, 439-506.

EMBRAPA. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais / Aluísio Granato de Andrade ... [et al.]. - Rio de Janeiro : **Embrapa Solos**, 1999. 22p. - (Embrapa Solos. Documentos ; n. 13).

EMBRAPA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

ENTRY, J. A.; RYGIEWICZ, P. T.; WATRUD, L. S.; DONNELLY, P. K. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. **Advances in Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 123-138, 2002.

FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Influence of pH on growth and nutrient uptake by crop species in an Oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.29, n.17, p.2675- 2682, 1998.

FERNANDES, F.C.S., **Produção de liteira, concentração e estoque de nutrientes na floresta nativa e capoeira**. (Dissertação... (Mestrado), Cuiabá-MT. 2005.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. agrotec.**, Lavras , v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GALINDO, I.C.L, RIBEIRO, M.R., SANTOS, M.F.A.V.S., LIMA, J.F.W.F., FERREIRA, R.F.A.L. 2008. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 32: 1283-1296.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Can. J. Soil Sci.**, 367-375, 1994.

GUIMARAES, C. C.; FLORIANO, E. P.; VIEIRA, F. C. B. Limitações químicas ao crescimento inicial de Eucalyptus saligna em solos arenosos do Pampa Gaúcho: estudo de caso. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1183-1190, jul. 2015 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000701183&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 28 nov. 2018. Epub 15-Maio-2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120533>.

HENDRIX, P. F.; CROSLLEY JR., D. A.; BLAIR, J. M.; COLEMAN, D. C. Soil biota as component of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C. A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R. H.; HOUSE, G. (Ed.) Sustainable Agricultural Systems. Ankey: **Soil and Water Conservation Society**, 1990. p. 637-654.

HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga** (Online), v. 28, p. 142-150, 2015.

JANSEN, H.H. Soil carbon: **A measure of ecosystem response in a changing world?** Can. J. Sci., 85:467-480, 2005.

LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, jul-set., 2012.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 63-72, 2013.

MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. Em: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS. Campinas, Fundação Cargill, p. 3-64, 1985.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARCHIORI JÚNIOR, M. & MELO, W.J. **Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos**. Pesq. Agropec. Bras., 35:1177-1182, 2000.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S. **Nitrogênio Total, Amônio e Nitrato**. In: MATOS, Eduardo da Silva; MENDONÇA, Eduardo de Sá. Nitrogênio Total, Amônio e Nitrato. 2. ed. Viçosa: Cromosete Gráfica e Editora Ltda, 2017. Cap. 2. p. 60-76.

MELO, Évio Eduardo Chaves de et al. Análise físico-química das amostras de água e solos da área de proteção ambiental da Barra do rio Mamanguape-PB. In: MELO, Évio Eduardo Chaves de; DIAS, Bruno de Oliveira; BATISTA, Mateus Costa. Análise físico-química das amostras de água e solos da área de proteção ambiental da Barra do rio Mamanguape-PB. João Pessoa: Fe F Gráfica e Editora, 2016. Cap. 3. p. 45-70.

MENDES, Benedito Vasconcelos. **Plantas e animais para o Nordeste**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1987.

MENDES, Benedito Vasconcelos. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H.; ELLIOTT, E.T. **Microclimate and nutrient dynamics in a silvopasatorial system of semiarid northeastern Brazil**. Agrofor. Syst. V. 56, p. 27-38. 2002.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 2005. p.165-178.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D. ; MARTINS, C.E. ; CARVALHO, C. A ; OLIVEIRA, A. V. . Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista** (CES/JF. Impresso), v. 24, p. 13-29, 2010.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

MOURA, P. M. **Ciclagem de biomassa e nutrientes em estádios sucessionais de caatinga**. 2010. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/9255/1/arquivo2664_1.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.

OLIVEIRA, D. A.; DUDA, G. P.; MENDES, A. M. S.; OLIVEIRA, R. A.; FERNANDES, M. B. Caracterização química do solo em uma área de implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas da jica no município de pedro Avelino-RN. **Caatinga** (Mossoró), v. 21, p. 179-188, 2008.

OLIVEIRA MELO, R.; PATTO P.; E.C. MENEZES E. C.; CANTALICE J. B.; RAMON J. Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga** [en linea] 2008, 21 (Diciembre-Sin mes) : Data de conslta: 1 de diciembre de 2018] Disponible en:<<http://www3.redalyc.org/articulo.oa?id=237117585003>> ISSN 0100-316X

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. Natividade Ferreira. PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO AMARELO CULTIVADO COM PASTAGENS NA AMAZÔNIA ORIENTAL. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 3, p.531-537, set. 2000.

PIMENTEL, M. S.; PEREIRA JÚNIOR, F. A.; SILVA, J. E. R.; SANTOS, R. V.; FARIAS JÚNIOR, J. A. Dinâmica do Potássio em Diversos Níveis de Manipulação da Caatinga. In: IV Congresso de Engenharia Florestal e III Semana de Engenharia Florestal da Bahia, 2013, Vitória da Conquista -BA. **Anais do IV Congresso Nordestino de Engenharia Florestal e 3ª Semana de Engenharia**, 2013.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111p.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2ed. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1983, 142p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1991. 343p

SALCEDO, I. H. . **Fertilidade de Solo e Agricultura de Subsistência: Desafios para o Semi-árido Nordeste**. In: Fertbio 2004, 2004, Lages-SC. Fertbio-2004. Lages-SC : Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B. ; MENEZES, R. S. C. . **Perspectivas de uso do solo no semi-árido nordestino**. In: Quintino Reis de Araujo. (Org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus, Bahia: Editora da UESC, 2002, v., p. 339-363.

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Amgronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8190/2/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

SENGIK, Erico. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

SILVA, M.B.; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M. & LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42:1755-1761, 2007.

SILVA-FILHO, J. P., LIM, E. F.; FERREIRA, D. G. Avaliação do Consumo de energéticos florestais no Município de Gibués, Piauí, Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO. 1994, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1994. P.1.

SILVA, M. S. L. da; KLAMT, E.; CAVALCANTE, A. C.; KROTH, P. L. Adensamento subsuperficial em solos do semi-árido: processos geológicos e/ou pedogenéticos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 314-320, maio/ agosto. 2002.

SILVA, M. S. L.; GOMES, T. C. A.; ANJOS, J. B. **Solos adensados e/ou compactados: identificação/diagnóstico e alternativas de manejo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 6 p. il (Embrapa Semi-Árido. Circular técnica 76).

SOUZA, B. I. F.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. **Caatinga e Desertificação**. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, jan./abr. 2015.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. . Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. *Revista Caatinga* (UFERSA. Impresso), v. 22, p. 264-272, 2009.

SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Litterfall and nutrient deposition in a semi-deciduous mountain forest, and in eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and bracatinga (*Mimosa scabrella*) plantations in areas degraded by mining. *Cerne*, v.7, n.1, p.101-113, 2001.

TEIXEIRA, Paulo César et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Embrapa Solos Livro técnico (INFOTECA-E), 2017.

TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B. ; SALCEDO, I. H. . **Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil**. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Holanda, v. 61, p. 99-103, 2001.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Corrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.55-64, 2010.

VIEIRA, G. et al. Teores de carbono em espécies vegetais da caatinga e do cerrado. *Revista Academia Ciências Agrárias*. Ambientais, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145- 155, 2009.

VIEIRA, L.S.; VIEIRA, M. de N.F. **Manual de morfologia e classificação de solos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2. ed. 1983. 313p.: il.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

ZIGLIO, Cláudio M.; MIYAZAWA, Mario; PAVAN, Marcos A.. **Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo**. *Braz. arch. biol. technol.*, Curitiba , v. 42, n. 2, 1999 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89131999000200016&lng=en&nrm=iso>. access on 29 Nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89131999000200016>.